

GREASE COMPOSITION, ROLL BEARING AND SPINDLE MOTOR**Publication number:** JP2003327990**Publication date:** 2003-11-19**Inventor:** FUJITA YASUNOBU; YAMAZAKI MASAHIKO; NAKA MICHIHARU; SUGIMORI YOICHIRO; KUDO TAKEHIRO; YAMADA HIROYUKI**Applicant:** NSK LTD**Classification:**

- International: *F16C33/66; C10M105/18; C10M105/36; C10M105/38; C10M105/48; C10M107/34; C10M115/08; C10M117/02; C10M117/04; C10M135/10; C10M135/18; C10M137/10; C10M159/24; C10M169/04; H02K29/00; C10N10/04; C10N10/12; C10N20/02; C10N50/10; F16C33/66; C10M105/00; C10M107/00; C10M115/00; C10M117/00; C10M135/00; C10M137/00; C10M159/00; C10M169/00; H02K29/00; C10M137/00; (IPC1-7): C10M137/10; C10M169/04; C10M105/18; C10M105/36; C10M105/38; C10M105/48; C10M107/34; C10M115/08; C10M117/02; C10M117/04; C10M135/10; C10M135/18; C10M159/24; F16C33/66; H02K29/00; C10N10/04; C10N10/12; C10N20/02; C10N50/10*

- european:**Application number:** JP20020146299 20020521**Priority number(s):** JP20020146299 20020521; JP20020062064 20020307**Report a data error here****Abstract of JP2003327990**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a roll bearing having generally better characteristics than conventional ones with respect to low torque, fretting-resistant wear performance, low-outgas performance and acoustic properties, and to obtain a grease composition suitable for the roll bearing.

SOLUTION: The grease composition is obtained by compounding a base oil essentially containing a carbonic ester compound having a specific molecular structure with, as a thickening agent, an alkali metal or alkaline earth metal salt synthesized from the corresponding alkali metal or alkaline earth metal hydroxide and a ≥ 10 C higher fatty acid or ≥ 10 C higher hydroxyfatty acid having one or more hydroxy groups, or a urea compound.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-327990

(P 2003-327990A)

(43) 公開日 平成15年11月19日(2003. 11. 19)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 1 0 M	169/04	C 1 0 M	169/04
	105/18		105/18
	105/36		105/36
	105/38		105/38
	105/48		105/48
審査請求 未請求 請求項の数 10		O L	(全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2002-146299(P2002-146299)	(71) 出願人	000004204 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号
(22) 出願日	平成14年5月21日(2002. 5. 21)	(72) 発明者	藤田 安伸 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2002-62064(P2002-62064)	(72) 発明者	山崎 雅彦 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
(32) 優先日	平成14年3月7日(2002. 3. 7)	(74) 代理人	100105647 弁理士 小栗 昌平 (外4名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 グリース組成物、転がり軸受及びスピンドルモータ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 低トルク性、耐フレッチング摩耗性能、低アウトガス性能、音響特性に関して従来よりも総合的に優れた転がり軸受、前記転がり軸受に好適なグリース組成物を提供する。

【解決手段】 特定の分子構造を有する炭酸エステル化合物を必須成分として含む基油に、アルカリ金属の水酸化物もしくはアルカリ土類金属の水酸化物と、炭素数10以上の高級脂肪酸または1個以上の水酸基を有する炭素数10以上の高級ヒドロキシ脂肪酸とから合成されたアルカリ金属塩またはアルカリ土類金属塩、もしくはウレア化合物を増ちょう剤として配合したグリース組成物。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一般式： $R^1-O-CO-O-R^2$

2 (R^1 、 R^2 はアルキル基であり、互いに同一でもよいし、異なってもよい) で表される炭酸エステル化合物を必須成分として含む基油に、アルカリ金属の水酸化物もしくはアルカリ土類金属の水酸化物と、炭素数 10 以上の高級脂肪酸または 1 個以上の水酸基を有する炭素数 10 以上の高級ヒドロキシ脂肪酸とから合成されたアルカリ金属塩またはアルカリ土類金属塩、もしくはウレア化合物を増ちょう剤として配合してなることを特徴とするグリース組成物。

【請求項 2】 一般式： $R^1-O-CO-O-R^2$ において、 R^1 、 R^2 は独立して炭素数 18～30 の飽和または不飽和の、直鎖または分岐アルキル基を表し、少なくとも一方のアルキル基は $-CH_2CH(R^3)R^4$ (R^3 は炭素数 1～12 の飽和直鎖アルキル基、 R^4 は炭素数 4～17 の飽和直鎖アルキル基である) で表され、かつ炭酸エステル化合物の 40℃における動粘度が 20～40 mm²/sであることを特徴とする請求項 1 記載のグリース組成物。

【請求項 3】 第 1 の添加剤として、バリウム、カルシウムまたは亜鉛のスルホン酸金属塩の少なくとも 1 つを含有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のグリース組成物。

【請求項 4】 第 2 の添加剤として、有機モリブデン化合物、有機亜鉛化合物、有機脂肪酸化合物及びその誘導体、有機リン化合物の少なくとも 1 つを含有することを特徴とする請求項 1～3 の何れか 1 項に記載のグリース組成物。

【請求項 5】 モリブデンまたは亜鉛のジチオリン酸金属塩またはジチオカルバミン酸金属塩の少なくとも 1 つを含有することを特徴とする請求項 4 に記載のグリース組成物。

【請求項 6】 基油と増ちょう剤の合計量を 100 質量%としたときに、炭酸エステル化合物が 70～95 質量%、増ちょう剤が 5～30 質量%、第 1 の添加剤が 1.1～6 質量%の割合でそれぞれ含有されていることを特徴とする請求項 1～5 の何れか 1 項に記載のグリース組成物。

【請求項 7】 基油と増ちょう剤の合計量を 100 質量%としたときに、第 2 の添加剤が 0.1～5 質量%で、かつ第 1 の添加剤と第 2 の添加剤との合計で 6 質量%以下となるように含有されていることを特徴とする請求項 3～6 の何れか 1 項に記載のグリース組成物。

【請求項 8】 基油が、ジエステル系合成油、トリエステル系合成油、テトラエステル系合成油、エーテル系合成油の少なくとも 1 種を、構成比で炭酸エステル化合物が基油全体の 50 質量%を占めるように混合してなる混合油であり、かつ該混合油の 40℃における動粘度が 20～40 mm²/sであることを特徴とする請求項 1～7

記載のグリース組成物。

【請求項 9】 内周面に外輪軌道を有する外輪と、外周面に内輪軌道を有する内輪と、外輪軌道と内輪軌道との間に転動自在に設けた複数の転動体と、複数の転動体を転動自在に保持する保持器とを備え、外輪軌道と内輪軌道との間の空間内に請求項 1～8 の何れか 1 項に記載のグリース組成物を封入したことを特徴とする転がり軸受。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の転がり軸受を備えることを特徴とするスピンドルモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスクドライブ装置 (HDD)、フロッピー (登録商標) ディスクドライブ装置 (FDD)、光ディスクドライブ装置 (MOD)、CPU ファン、ビデオテープレコーダ (VTR) 等の小型機器の駆動モータや、空気調製装置 (エアコン) 等の比較的大型の機器の駆動モータ等、小型モータから大型モータまで幅広く使用可能で、摩擦によるロスが小さく、低騒音で、特に音響寿命を改善した転がり軸受、前記転がり軸受に好適なグリース組成物及び前記転がり軸受を備えるスピンドルモータに関する。

【0002】

【従来の技術】本発明の対象の一つである HDD のスピンドルモータの玉軸受用に封入されるグリースとして、本出願人は先に、摩擦係数が低く、音響寿命の延長を目的として、基油の 50～100 質量%が炭酸エステル化合物からなり、増ちょう剤がリチウム石けん等からなる潤滑グリース組成物を提案している (特開 2000-26875 号公報)。

【0003】同様の用途に適したグリースとして、発塵 (飛散) が少なく、トルクが小さく、音響特性に優れ、また長寿命化を目的として、炭酸エステル化合物と、アルカリ金属の水酸化物またはアルカリ土類金属の水酸化物と、炭素数 10 以上の高級脂肪酸又は 1 個以上の水酸基を有する炭素数 10 以上の高級ヒドロキシ脂肪酸とから合成された増ちょう剤を含む潤滑グリース組成物 (特開 2000-63874 号公報) や、アルカリ金属の水酸化物またはアルカリ土類金属の水酸化物と、炭素数 10 以上の高級脂肪酸又は 1 個以上の水酸基を有する炭素数 10 以上の高級ヒドロキシ脂肪酸とから合成されたアルカリ金属塩またはアルカリ土類金属塩と、炭酸エステル化合物と、ジエステル系合成油、トリエステル系合成油、テトラエステル系合成油及び他のネオペンチルポリオールエステル系合成油からなる群より選ばれた少なくとも 1 種のエステル系合成油を含むグリース組成物 (特開 2001-72988 号公報、特開 2001-72989 号公報、特開 2001-81492 号公報) が知られている。また、炭酸エステル油を基油とし、増ちょう剤としてリチウム石けんを含む組成物に有機モリ

ブデン化合物を添加したグリース組成物（特開 2001-139979 号公報）や、このグリース組成物を封入した情報機器用転動装置（特開 2001-139969 号公報）も知られている。

【0004】一方で、HDD のスピンドルモータやエアコン用送風ファン、冷却ファンのスピンドルモータでは、高性能化や多機能化、小型化が進んでおり、それに伴う問題への対処が重要になってきている。例えば、HDD では、高記録密度化に伴いスピンドルをより高精度に回転支持する要求に加えて、磁気ヘッドと磁気ディスクとの間隔（フライングハイト）が極端に狭くなっていることから、潤滑剤のアウトガスがディスク等の表面を汚染して読み取り／書き込みに支障を来すおそれがあるため、潤滑剤の低アウトガス化の要求が強くなってきている。、エアコンでは、インバータ制御により一定温度に達すると低速運転でその状態を維持することが行われるが、低速運転では潤滑油膜が確保し難くなることから、低速運転での長期にわたる低騒音性能の要求が強まっている。また、HDD、エアコンに共通して、小型化に伴って装置内部の冷却効率が低下するため、モータに組み込まれた転がり軸受が温度上昇を起こしてグリースが劣化するという問題もある。更には、環境への配慮から、モータを低出力化して発熱を抑制することも要求されており、使用される転がり軸受ではトルク特性も重要な要素になってきている。

【0005】更に、最近では、これらの機器の輸送時に、軸受の内輪軌道面や外輪軌道面と転動体との間で繰り返し起こる微小振動による摩耗（フレッチング摩耗）が重要な問題になってきている。特に電機機器や情報機器においては、内輪軌道面、外輪軌道面、転動体の微小な摩耗痕でも音響不良とされる厳しい仕様が要求されており、このフレッチング摩耗に対する耐久性も要求されている。

【0006】このような種々の要求や問題に対して、上記に挙げたような各グリース組成物は、ある程度有効な性能を示す。特に、特開 2001-139979 号公報や特開 2001-139969 号公報に記載されたグリース組成物は、基油の主成分となる炭酸エステル油が、分岐状アルキル基で、炭素長も炭素数 13～15 と短いため、基油動粘度も低く低トルクであり、油膜補修性の面からもフレッチング摩耗に対して有効であると考えられる。しかし、公報記載の試験例のように常温での蒸発性評価では蒸発量、耐久性に問題がないものの、実使用条件下では炭酸エステル油の分子量が低いため、揮発し易く（アウトガス性能低い）、潤滑油膜を確保し難く

（長期間の転がり軸受音響特性低い）、耐熱性が低いと考えられ、市場が要求している低アウトガス性や長期間にわたる音響耐久性を十分に満足し得るものではない。

【0007】このように、従来のグリース組成物を封入した転がり軸受は、低トルク性、耐フレッチング摩耗性

についてはある程度満足するものの、組み込まれる機器の高性能化や多機能化、小型化に伴う要求に関しては充分とは言えない状況にある。また、低トルク化や耐フレッチング摩耗性についても更なる改善要求は必至である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、低トルク性、耐フレッチング摩耗性能、低アウトガス性能、音響特性に関して従来よりも総合的に優れる転がり軸受、前記転がり軸受に好適なグリース組成物及び前記転がり軸受を備えるスピンドルモータを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、一般式： $R^1-O-CO-O-R$

2 (R^1 、 R^2 はアルキル基であり、互いに同一でもよいし、異なってもよい) で表される炭酸エステル化合物を必須成分として含む基油に、アルカリ金属の水酸化物もしくはアルカリ土類金属の水酸化物と、炭素数 10 以上的高级脂肪酸または 1 個以上の水酸基を有する炭素数 10 以上的高级ヒドロキシ脂肪酸とから合成されたアルカリ金属塩またはアルカリ土類金属塩、もしくはウレア化合物を増ちょう剤として配合してなることを特徴とするグリース組成物を提供する。

【0010】本発明はまた、内周面に外輪軌道を有する外輪と、外周面に内輪軌道を有する内輪と、外輪軌道と内輪軌道との間に転動自在に設けた複数個の転動体と、複数個の転動体を転動自在に保持する保持器とを備え、外輪軌道と内輪軌道との間の空間内に上記に記載のグリース組成物を封入したことを特徴とする転がり軸受を提供する。

【0011】本発明は更に、上記に記載の転がり軸受を備えることを特徴とするスピンドルモータを提供する。

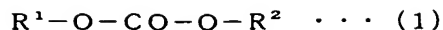
【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の関して図面を参照して詳細に説明する。

【0013】本発明の転がり軸受は、その構成自体には制限はなく、例えば図 1 に示すような玉軸受を例示することができる。図示される玉軸受 1 は、内輪 10 と外輪 11 との間に保持器 12 を介して複数の玉 13 を転動自在に保持してなり、更に内輪 10 と外輪 11 との間に形成される軸受内部空間 S に、後述するグリースを封入し、シール部材 14 で密封して概略構成される。

【0014】尚、グリースの封入量は、軸受内部空間 S の 5～35% を占める量とすることが好ましい。5% より少ないと耐久性が低下するおそれがあり、35% を越えるとグリースの攪拌抵抗が大きくなり、低トルク性を損なうことが考えられる。

【0015】グリースの基油は、下記一般式 (1) で表される炭酸エステル化合物を必須成分として含む。



【0016】一般式(1)において、 R^1 、 R^2 はアルキル基であり、互いに同一でもよいし、異なってもよい。好ましくは、 R^1 、 R^2 は独立して炭素数18~30の飽和または不飽和の、直鎖または分岐アルキル基であり、分岐アルキル基としては $-CH_2CHR^3R^4$ で表されるものが好ましく、 R^3 は炭素数1~12の飽和直鎖アルキル基、 R^4 は炭素数4~17の飽和直鎖アルキル基である。耐フレッチング特性には低動粘度の基油が有効であり、特に R^1 と R^2 は、炭素数13~15のアルキル基が有効である。

【0017】また、基油は、上記の炭酸エステル油と、ジエステル系合成油、トリエステル系合成油、テトラエステル系合成油、エーテル系合成油の少なくとも1種とを混合した混合油とすることもできる。以下に、それぞれの好ましい具体例を例示する。

【0018】ジエステル系合成油としては、ジオクチルアジペート(DOA)、ジイソブチルアジペート(DIBA)、ジブチルアジペート(DBA)、ジオクチルアジペート(DOZ)、ジブチルセバケート(DBS)、ジオクチルセバケート(DOS)、メチル・アセチルリシノレート(MAR-N)等が挙げられる。

【0019】トリエステル系合成油及びテトラエステル系合成油としては、以下に示す多価アルコールと一塩基酸とを適宜反応させて得られるポリオールエステル油が挙げられる。多価アルコールに反応させる一塩基酸は単独でもよいし、複数用いてもよい。更に、多価アルコールと二塩基酸・一塩基酸の混合脂肪酸とのオリゴエステルであるコンプレックスエステルとして用いてもよい。多価アルコールとしては、トリメチロールプロパン(TMP)、ペンタエリスリトール(PE)、ジペンタエリスリトール(DPE)、ネオペンチルグリコール(NPG)、2-メチル-2-プロピル-1,3-プロパンジオール(MPPD)等が挙げられる。一塩基酸としては、主に $C_4 \sim C_{16}$ の一価脂肪酸が用いられ、具体的には酪酸、吉草酸、カプロン酸、カプリル酸、エナント酸、ペラルゴン酸、カプリン酸、ウンデカン酸、ラウリン酸、ミステリン酸、パルミチン酸、牛脂脂肪酸、ステアリン酸、カプロレイン酸、パルミトレイン酸、ペトロセリン酸、オレイン酸、エライジン酸、アスクレピン酸、バクセン酸、ソルビン酸、リノール酸、リノレン酸、サビニン酸、リシノール酸等が挙げられる。

【0020】また、ポリオールエステル油として、トリオクチルトリメリテート(TOTM)、トリデシルトリメリテート、テトラオクチルピロメリテート等の芳香族エステルも使用可能である。

【0021】エーテル系合成油としては、ジフェニル、トリフェニル、テトラフェニル、の $C_{12} \sim C_{20}$ の(ジ)アルキル基が誘導されたフェニルエーテル油が挙げられる。特に、低トルク性を考慮すると、アルキルジフェニ

ルエーテル油が好ましい。

【0022】基油を炭酸エステル化合物とこれらの合成油との混合油とする場合、炭酸エステル化合物が基油全体の50質量%を占めるように混合する。

【0023】また、基油は、炭酸エステル化合物単独及び混合油の場合とも、40℃における動粘度で20~40 mm^2/s とすることが好ましい。40℃における動粘度が20 mm^2/s 未満では、油膜強度が低く、音響特性に劣り、アウトガス性能が悪くなる。一方、40℃における動粘度が40 mm^2/s を越える場合には、回転トルクが増大し、耐フレッチング性能に劣るようになる。特に、40℃における動粘度は、24~35 mm^2/s であることが好ましい。

【0024】一方、増ちょう剤は、アルカリ金属の水酸化物またはアルカリ土類金属の水酸化物と、炭素数10以上の高級脂肪酸または1個以上の水酸基を有する炭素数10以上の高級ヒドロキシ脂肪酸とを合成して得られるアルカリ金属石けんまたはアルカリ土類石けんである。特に、1価及び/または2価の高級有機脂肪酸または高級有機ヒドロキシ脂肪酸と、アルカリ金属水酸化物またはアルカリ土類金属水酸化物とを合成して得られる有機脂肪酸金属塩または有機ヒドロキシ脂肪酸金属塩が好ましい。好ましい高級有機脂肪酸としては、ラウリン酸(C_{12})、ミリスチン酸(C_{14})、パルミチン酸(C_{16})、マルガン酸(C_{17})、ステアリン酸(C_{18})、アラキジン酸(C_{20})、ベヘン酸(C_{22})、リグノセリン酸(C_{24})、牛脂脂肪酸等等が挙げられる。好ましい高級有機ヒドロキシ脂肪酸としては、9-ヒドロキシステアリン酸、10-ヒドロキシステアリン酸、12-ヒドロキシステアリン酸、9,10-ジヒドロキシステアリン酸、リシノール酸、リシノエライジン酸等が挙げられる。一方、アルカリ金属水酸化物としては水酸化リチウム、水酸化ナトリウムが好ましく、アルカリ土類水酸化物としては水酸化アルミニウム、水酸化バリウム、水酸化カルシウムが好ましい。

【0025】高級有機脂肪酸または高級有機ヒドロキシ脂肪酸と、アルカリ金属水酸化物またはアルカリ土類金属水酸化物との組み合わせは制限されるものではないが、ステアリン酸、牛脂脂肪酸またはヒドロキシステアリン酸(特に12-ヒドロキシステアリン酸)と、水酸化リチウムとの組み合わせが、軸受性能に優れることから好ましい。また、必要に応じて、複数種を併用してもよい。

【0026】これらアルカリ金属石けんまたはアルカリ土類石けんは、基油と増ちょう剤の合計量に対して5~30質量%が好ましく、高級有機脂肪酸、高級有機ヒドロキシ脂肪酸、アルカリ金属水酸化物、アルカリ土類金属水酸化物の配合量を適宜選択する。増ちょう剤が5質量%未満ではグリース状態になり難く、離油し易い。また、30質量%を超えるとグリースのちょう度が低下し

て潤滑性能が悪くなり、耐フレッチング摩耗性能に劣るようになる。

【0027】また、増ちょう剤としてウレア化合物も使用できる。このウレア化合物としては、ジウレア、トリウレア、テトラウレア、ポリウレア等が使用できる。好ましくは、モノアミンとジイソシアネートとの反応で生成するジウレア化合物を使用できる。更に好適に使用できるウレア化合物としては、ステアリルアミン、アクチルアミン等の脂肪族アミン、シクロヘキシルアミン等の脂環族アミン、アニリン、トルイジン、ドデシルアミン等の芳香族アミンを単独もしくは混合して用い、ジイソシアネートとして4, 4'-ジフェニルメタンジイソシアネートもしくはトリレンジイソシアネートを単独もしくは混合して用いて反応させて得られるものを挙げることができる。これらの中でも、脂肪族系ウレアは軸受音響も良好であり、好適である。

【0028】ウレア化合物の量は、アルカリ金属石けんまたはアルカリ土類石けんと同様に、基油と増ちょう剤の合計量に対して5〜30質量%が好ましい。5質量%未満ではグリース状態になり難く、離油し易い。また、30質量%を超えるとグリースのちょう度が低下して潤滑性能が悪くなり、耐フレッチング摩耗性能に劣るようになる。

【0029】また、グリース組成物には、上記した基油及び増ちょう剤以外に、第1の添加剤として、バリウム、カルシウムまたは亜鉛のスルホン酸金属塩の少なくとも1つが添加される。第1の添加剤の添加量は、基油と増ちょう剤の合計量を100質量%としたときに1.1〜6質量%が好ましく、特に1.5〜5質量%が好ましい。第1の添加剤をこの範囲量で添加することにより、耐フレッチング性が向上する。

【0030】更に、グリース組成物には、第2の添加剤として、有機モリブデン化合物、有機亜鉛化合物、有機脂肪酸化合物及びその誘導体、有機リン化合物の少なくとも1つが添加される。これら第2の添加剤により、駆境界潤滑下における金属表面の摩擦特性が改善されて軸受摩耗の低減に更に効果的となり、耐フレッチング特性の更なる向上を図ることができる。

【0031】有機モリブデン化合物、有機亜鉛化合物としては、それぞれモリブデンまたは亜鉛を金属種とする、ジアルキルジチオリン酸塩やジアリルジチオリン酸塩のようなチオリン酸金属塩、ジアルキルジチオカルバミン酸塩やジアリルジチオカルバミン酸塩のようなチオカルバミン酸金属塩が好ましい。これらチオリン酸金属塩やチオカルバミン酸金属塩は、金属表面と反応して硫黄やリン等を含む化合物を生成し、剪断力の小さい被膜となって摩耗、焼付きを防ぐ。また、音響性能を考慮すると、油溶性を有するチオリン酸金属塩が特に好ましいといえる。

【0032】有機脂肪酸化合物または有機脂肪酸誘導体

としては、オレイン酸、ナフテン酸、アビチエン酸（樹脂酸）、ラノリン脂肪酸、コハク酸、コハク酸誘導体、アミノ酸誘導体等が挙げられ、中でもコハク酸及びコハク酸誘導体が好ましい。コハク酸誘導体としては、アルキルコハク酸、アルキルコハク酸ハーフエステル、アルケニルコハク酸、アルケニルコハク酸ハーフエステル、コハク酸イミド等が挙げられるが、中でもアルケニルコハク酸は空気中の水分、結露等の水分の影響を受ける場合でも、金属材料である軌道面、摺動面に良好に吸着して薄膜を形成するため好ましい。また、コハク酸誘導体も同様の作用があり、好ましい。

【0033】有機リン酸化合物としては、 $C_1 \sim C_{18}$ の炭化水素鎖（例えば、アルキル基、フェニル基、ベンジル基、クレジル基、シンナミル基、アリル基）を有する亜リン酸エステル類が好ましい。具体的には、トリオクチルフォスファイト、トリフェニルフォスファイト、トリクレジルフォスファイト、ビス-2-エチルヘキシルフォスファイト、トリデシルフォスファイト、ジブチルハイドロジェンフォスファイト、トリス（ノニルフェニル）フォスファイト、ジラウリルハイドロジェンフォスファイト、ジフェニルモノデシルフォスファイト、トリラウリルトリチオフォスファイト、ジフェニルハイドロジェンフォスファイト等が挙げられる。

【0034】また、有機リン酸化合物として、 $C_1 \sim C_{18}$ の炭化水素鎖（例えば、アルキル基、フェニル基、ベンジル基、クレジル基、シンナミル基、アリル基）を有する正リン酸エステルも使用できる。具体的には、トリフェニルフォスフェート、トリエチルフォスフェート、トリブチルフォスフェート、トリス（2-エチルヘキシル）フォスフェート、トリデシルフォスフェート、ジフェニルモノ（2-ヘキシル）フォスフェート、トリクレジルフォスフェート、トリオクチルフォスフェート、トリステアリルフォスフェート等が挙げられる。

【0035】また、有機リン酸化合物として、 $C_1 \sim C_{20}$ のモノまたはジヒドロカルビルアシッドフォスフェート等の酸性リン酸エステルも使用できる。具体的には、メチルアシッドフォスフェート、イソプロピルアシッドフォスフェート、ブチルアシッドフォスフェート、2-エチルヘキシルアシッドフォスフェート、イソデシルアシッドフォスフェート、トリデシルアシッドフォスフェート、ラウリルアシッドフォスフェート等が挙げられる。

【0036】これら有機リン化合物の中でも亜リン酸ジエステルが特に好ましく、金属表面との適度な反応性を有し、極圧性や耐摩耗性に優れる反応性の薄膜を軌道面や摺動面に良好に形成する。

【0037】特に、第2の添加剤としては、モリブデンまたは亜鉛のジチオリン酸金属塩またはジチオカルバミン酸金属塩が好ましい。

【0038】また、これらの添加剤は単独使用でも構わ

ないが、併用することで相乗効果が得られる。そのときの混合比率は、制限されるものではないが、1:1~1:3とすることが好ましい。相乗効果を得るためにはできるだけ等しい量を組み合わせることが望ましく、有機モリブデン化合物、有機亜鉛化合物、有機リン化合物がコロージョンに及ぼす影響を考慮すると、後述される添加量の範囲内で、有機脂肪酸化合物、有機脂肪酸誘導体をより多く含有することが望ましい。但し、併用する場合は、合計で後述される添加量の範囲を満たす必要がある。

【0039】第2の添加剤は、基油と増ちょう剤の合計量を100質量%としたときに0.1~5質量%の範囲で添加することが好ましい。添加量が0.1質量%未満では、転動面や軌道面（金属表面）での反応膜が均一に充分に形成されず、所期の耐フレッチング摩耗性能や耐摩耗性能が充分に達成されない。特に、耐フレッチング摩耗性能を考慮すると、0.4質量%以上添加することが望ましい。また、5質量%を越えて添加しても、耐フレッチング摩耗性能が飽和しすることに加え、転動面や軌道面のコロージョンが生じ易くなり、軸受音響の劣化につながる。

【0040】尚、第1の添加剤と、第2の添加剤とは、トルクの増大を誘発しないために、合計量で、基油と増ちょう剤の合計量を100質量%としたときに6質量%以下とすることが好ましい。

【0041】更に、グリース組成物には、その他にも、酸化防止剤、防錆剤、金属不活性化剤、油性剤、極圧剤、摩耗防止剤、粘度指数向上剤等を、単独または2種以上を組み合わせることもできる。これらは何れも公知のもので構わず、その添加量も本発明の効果を損なわない範囲で適宜選択できる。

【0042】例えば、酸化防止剤としては、ゴムやプラスチック、潤滑油等に通常添加される老化防止剤、オゾン劣化防止剤、酸化防止剤の中から適宜選択することができる。

【0043】防錆剤としては、有機スルホン酸のアンモニウム塩、カルシウム塩、亜鉛塩、バリウム塩、有機カルボン酸塩、フェネート、ホスホネート、アルキルもしくはアルケニルこはく酸エステル等のアルキル、アルケニルこはく酸誘導体、ソルビタンモノオレエート等の多価アルコールの部分エステル、オレオイルザルコシン等のヒドロキシ脂肪酸類、1-メルカプトステアリン酸等のメルカプト脂肪酸類あるいはその金属塩、ステアリン酸等の高級脂肪酸類、イソステアリンアルコール等の高級アルコール類、高級アルコールと高級脂肪酸とのエステル、2,5-ジメルカプト-1,3,4-チアジアゾール、2-メルカプトチアジアゾール等のチアジアゾール類、2-(デシルジチオ)-ベンゾイミダゾール、ベンズイミダゾール等のイミダゾール系化合物、あるいは、2,5-ビス(ドデシルジチオ)ベンズイミダゾール等

のジスルフィド系化合物、あるいは、トリスノニルフェニルフォスファイト等のリン酸エステル類、ジラウリルチオプロピオネート等のチオカルボン酸エステル系化合物等を使用することができる。また、亜硝酸塩等も使用することができる。中でも、スルホン酸金属塩のカルシウム塩、ガリウム塩、亜鉛塩が防錆性以外の特性として潤滑性に優れるため好適であり、これらをグリース組成物全量に対して2質量%以上添加することにより耐フレッチング特性に更に効果的となる。

10 【0044】金属不活性化剤として、例えばベンゾトリアゾールやトリルトリアゾール等のトリアゾール系化合物を使用することができる。

【0045】油性剤として、オレイン酸やステアリン酸等の脂肪酸、オレイルアルコール等の脂肪酸アルコール、ポリオキシエチレンステアリン酸エステルやポリグリセリルオレイン酸エステル等の脂肪酸エステル、リン酸、トリクレジルホスフェート、ラウリル酸エステルまたはポリオキシエチレンオレイルエーテルリン酸等のリン酸エステル等を使用することができる。

20 【0046】極圧剤、摩耗防止剤としては、有機金属系のものとしては、亜鉛フェネート等の有機亜鉛化合物、ジチオカルバミン酸アンチモン、ジチオリン酸アンチモン等の有機アンチモン化合物、ジチオカルバミン酸セレン等の有機セレン化合物、ナフテン酸ビスマス、ジチオカルバミン酸ビスマス等の有機ビスマス化合物、ジチオカルバミン酸鉄、オクチル酸鉄等の有機鉄化合物、ジチオカルバミン酸銅、ナフテン酸銅等の有機銅化合物、ナフテン酸鉛、ジチオカルバミン酸鉛等の有機鉛化合物、マレイン酸スズ、ジブチルスズスルファイド等の有機スズ化合物、あるいは、アルカリ金属、アルカリ土類金属の有機スルホネート、フェネート、ホスホネート、金、銀、チタン、カドミウム等の有機金属化合物も必要なら使用できる。硫黄系化合物としては、ジベンジルジスルフィド等のスルフィドあるいはポリスルフィド化合物、硫化油脂類、無灰系カルバミン酸化合物類、チオウレア系化合物、もしくはチオカーボネート類等を使用することができる。また、その他、塩素化パラフィン等のハロゲン系の極圧剤、あるいは、二硫化モリブデン、二硫化タングステン、グラファイト、PTFE、硫化アンチモン、窒化硼素などの硼素化合物等の固体潤滑剤を使用することができる。

【0047】尚、グリースのちょう度は用途により異なるが、転がり軸受用とする場合は150~350の範囲であり、特にスピンドルモータの転がり軸受用としては180~300が好ましい。

【0048】本発明は更に、上記の転がり軸受を備えるスピンドルモータを提供する。スピンドルモータの種類には制限が無く、何れも図示は省略するが、例えば上記したHDD、FDD、MOD、CPUファン、VTR、エアコン等に組み込まれるスピンドルモータを例示でき

る。

【0049】

【実施例】以下に実施例及び比較例を挙げて本発明を更に説明するが、本発明はこれにより何ら制限されるものではない。

【0050】[実施例1～8、比較例1～4]表1に示す配合にて、実施例1～8及び比較例1～4の各試験グリースを調製した。尚、配合は、基油と増ちょう剤については両者の合計量を100質量%としたときのそれぞれの比率(質量%)であり、添加物については基油と増ちょう剤の合計量を100質量%としたときの比率(質量%)で示してある。また、添加剤のMoDTPはモリブデンジチオホスフェート、MoDTCはモリブデンジチオカルバメート、ZnDTPは亜鉛ジチオホスフェートを示す。また、比較例4は市販のグリースであり、表中の「+」はその成分が含まれていることを示す。

【0051】(評価試験) 内径5mm、外径13mm、幅5mm、プラスチック保持器付き玉軸受(図1参照; 日本精工(株)製呼び番号695)に、軸受内部空間の15体積%を占めるように上記の試験グリースを封入して試験軸受とした。そして、試験軸受を用いて下記に示す各試験を行った。

【0052】(1) 音響耐久性能評価

図2に示すように、試験軸受Aを一對、モータ23のシャフト21に取り付け、ケーシング22で固定した。そして、70℃で、19.6Nのアキシャル荷重を負荷した状態で試験軸受Aの内輪を7200min⁻¹にて500時間回転させた後、軸受ラジアル方向加速度を測定した。

【0053】(2) トルク性能評価

図3に示すトルク測定装置を用い、試験軸受の起動トルク及び安定時におけるトルクを測定した。図3において、試験軸受Aはその内輪がエアスピンドル31にアーバ32を介して固定され、外輪がエアベアリング33を備えたアルミキャップ34に固定されている。そして、エアスピンドル31を回転させると、試験軸受Aの内輪も回転し、そのときのトルク値をアルミキャップ34に接続したストレインゲージ35で測定し、測定値がストレインアンプ36及びローパスフィルタ37を経由してレコーダ38にて記録される。試験は、室温で、アキシャル荷重19.6Nを負荷した状態で内輪を7200min⁻¹で回転させ、そのときの起動トルクを測定した。また、室温で回転を続け、安定した時のトルクを測定し

た。

【0054】(3) 低アウトガス性能評価

試験グリースを10mg採取して120℃で、720時間保持し、そのときの蒸発減量を測定した。

【0055】(4) 耐フレッチング性能評価

図4に示すフレッチング試験装置を用い、試験軸受の耐フレッチング性能を評価した。図示される試験装置は、フレーム40に取り付けられ、ACサーボモータなどの駆動源を含む駆動機構41と、フレーム40に固定された固定軸42と、下端部43が駆動機構41の駆動軸44に連結され、該駆動機構41の駆動力により軸線の周りに回転駆動される外筒45とを備える。固定軸42は外筒45に挿入され、その下端部はサポート軸受46を介して外筒45に支持されている。固定軸42の上端部は予圧ばね機構47により支持され、その上端部と下端部との間の途中部位には、被試験軸受固定部48が設けられている。この被試験軸受固定部48には、複数の試験軸受Aの内輪が固定され、各試験軸受Aの外輪は外筒45に固定される。予圧ばね機構47は、固定軸42をその上端部から所定の圧力で押し付けることによって、試験軸受Aに予圧を掛けるように構成されている。そして、フレッチング試験時には、予圧ばね機構47により試験軸受Aに予圧を掛け、駆動機構41により外筒45をその軸線の周りに所定の周期でかつ所定の角度で所定回数揺動させることにより、外筒45の揺動により試験軸受Aには揺動運動が与えられる。耐フレッチング性能を評価する指標として、フレッチング試験前後の軸受ラジアル方向加速度を測定し、その測定値の比較を行った。尚、指標として軸受ラジアル方向加速度を採用したのは、試験軸受Aの内・外輪及びボールに発生した微少なフレッチング摩耗痕を感度良く測定できるためである。また、試験条件は以下の通りである。

- ・周波数: 50Hz
- ・振幅: 100μm
- ・予圧(アキシャル荷重): 19.6N
- ・振動回数: 1.8×10⁴回

【0056】上記の各評価結果において、特に良好「◎」、良好「○」、やや劣る「△」、劣る「×」の4段階評価を行い、さらに総合評価として優、良、可、不可の4段階評価を行った。結果を表1に併記した。

【0057】

【表1】

表 1

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
増ちょう剤 ステアリン酸Li	20	20		17	19	25
12ヒドロキシステアリン酸Li			10			
基油						
炭酸エステル化合物A						
炭酸エステル化合物B	80	48	76	73	41	45
アルキルジフェニルエーテル油A		32			40	30
アルキルジフェニルエーテル油B						
ポリオールエステル油			14			
ジエステル油						
鉱油						
添加剤						
MoDTP	2	1	1		1	2
MoDTC						
亜リン酸エステル			2	2.5		
ZnDTP		0.5			1	1
アルケニルコハク酸無水物				2.5		
基油動粘度 (mm ² /s, 40℃)	31	30	35	31	26	25
温和ちよう度 (25℃)	250	245	260	280	250	210
耐フレッチング摩耗性能	○	○	○	○	○	○
低アウトガス性能	○	○	○	○	○	○
トルク性能	○	○	○~△	○	○	○
音響耐久性能	○	○	○	○	○	○
総合評価	良	優	良	良	優	優

注) 炭酸エステル化合物Aの動粘度: 18mm²/s, 40℃

炭酸エステル化合物Bの動粘度: 31mm²/s, 40℃

アルキルジフェニルエーテル油Aの動粘度: 16mm²/s, 40℃

アルキルジフェニルエーテル油Bの動粘度: 100mm²/s, 40℃

ポリオールエステル油の動粘度: 100mm²/s, 40℃

ジエステル油の動粘度: 11mm²/s, 40℃

鉱油の動粘度: 100mm²/s, 40℃

【0058】

【表2】

表1(つづき)

	実施例7	実施例8	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
増ちょう剤						
ステアリン酸Li		10	25		20	
12ヒドロキシステアリン酸Li	10	7		10		+
基油						
炭酸エステル化合物A			75	80	50	
炭酸エステル化合物B	76	64				
アルキルジフェニルエーテル油A						
アルキルジフェニルエーテル油B		19				
ポリオールエステル油						+
ジエステル油	14					+
鉱油					30	
添加剤						
MoDTP		1	1.5	1	0.5	
MoDTC	2		1.5			
亜リン酸エステル						
ZnDTP		1				
アルケニルコハク酸無水物		2				
基油動粘度(mm ² /s、40℃)	24	40	18	18	18	26
凝和点(25℃)	280	250	200	250	230	250
耐フレッチング摩耗性能	○	○	○	○	△	×
低アウトガス性能	○	◎	×	×	×	○
トルク性能	○	△	○	○	○	○
音響耐久性能	○	○	×	×	×	△
総合評価	良	良	不可	不可	不可	不可

注) 炭酸エステル化合物Aの動粘度: 18mm²/s、40℃

炭酸エステル化合物Bの動粘度: 31mm²/s、40℃

アルキルジフェニルエーテル油Aの動粘度: 15mm²/s、40℃

アルキルジフェニルエーテル油Bの動粘度: 100mm²/s、40℃

ポリオールエステル油の動粘度: 100mm²/s、40℃

ジエステル油の動粘度: 11mm²/s、40℃

鉱油の動粘度: 100mm²/s、40℃

【0059】表1に示すように、本発明に従う実施例1～8では、総合評価に優れることに加え、試験項目毎にみても総じて優れた結果が得られている。これに対し、比較例1～3では、何れも、基油として40℃における動粘度が20mm²/s未満(18mm²/s)の炭酸エステル化合物を用いているために、耐フレッチング摩耗性能及び音響耐久性が劣っている。また、市販のグリースを用いた比較例4でも、同様に耐フレッチング摩耗性能及び音響耐久性が劣っている。

【0060】(実施例9～20、比較例5～10)表2に示す配合にて、実施例9～20及び比較例5～10試験グリースを調製した。尚、配合は、基油と増ちょう剤については両者の合計量を100質量%としたときのそれぞれの比率(質量%)であり、添加物については基油と増ちょう剤の合計量を100質量%としたときの比率(質量%)で示してある。ウレア化合物として、4, 4-ジフェニルメタンジイソシアネートとオクチルアミンとをモル比1:2で反応させ得た脂肪族ジウレア(ウレアA)、4, 4-ジフェニルメタンジイソシアネートと

シクロヘキシルアミンとをモル比1:2で反応させて得た脂環族ジウレア(ウレアB)、4, 4-ジフェニルメタンジイソシアネートとp-トルイジンとオクチルアミンとをモル比1:1:1で反応させて得た芳香-脂肪族ジウレア(ウレアC)を使用した。尚、使用した基油、添加物は実施例1～8と同様であり、比較例9、10は市販のグリースであり、表中の「+」はその成分が含まれていることを示す。

【0061】そして、各試験グリースを、上記試験軸受(日本精工(株)製呼び番号695)に軸受内部空間の15体積%を占めるように封入して試験軸受とし、上記と同様の(1)音響耐久性能評価(但し、回転速度5400min⁻¹、雰囲気温度60℃)、(2)トルク性能評価、(3)耐フレッチング性能評価(但し、周波数60Hz、振幅50μm)を行った。同様の評価基準による評価結果を表2に示す。

【0062】

【表3】

表 2

	実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14
増ちょう剤						
ステアリン酸 Li	17	20		17	19	10
12-ヒドロキシステアリン酸 Li			10			8
ウレア A						
ウレア B						
ウレア C						
基油						
炭酸エステル化合物 B	83	80	90	83	81	82
添加剤						
MoDTP	1	1				0.5
MoDTC				1		
ZnDTP	1					
バリウムスルフォネート	2	3	2.5			
亜鉛スルフォネート				2		
カルシウムスルフォネート					3	4
基油動粘度 (mm^2/s , 40℃)	31	31	31	31	31	31
混和ちょう度 (25℃)	280	235	285	280	250	210
耐フレッチング摩耗性能	◎	◎	○	◎	○	◎
トルク性能	○	○	○	○	○	○
音響耐久性能	◎	◎	◎	◎	◎	◎
総合評価	優	優	優	優	優	優

注) 炭酸エステル化合物 B の動粘度: $31 \text{ mm}^2/\text{s}$, 40℃

【0063】

* * 【表 4】

表 2 (つづき)

	実施例 15	実施例 16	実施例 17	実施例 18	実施例 19	実施例 20
増ちょう剤						
ステアリン酸 Li					15	
12-ヒドロキシステアリン酸 Li						20
ウレア A	12			17		
ウレア B		16				
ウレア C			19			
基油						
炭酸エステル化合物 B	88	84	81	83	85	80
添加剤						
MoDTP	1				0.5	2.5
MoDTC						
ZnDTP	1					
バリウムスルフォネート	2.5	3			5	1
亜鉛スルフォネート			2			
カルシウムスルフォネート				4		
基油動粘度 (mm^2/s , 40℃)	31	31	31	31	31	31
混和ちょう度 (25℃)	260	250	240	240	285	200
耐フレッチング摩耗性能	◎	○	○	○	◎	◎
トルク性能	○	○	○	○	○	○
音響耐久性能	○	△	△	○	○	○
総合評価	優	可	可	良	優	優

注) 炭酸エステル化合物 B の動粘度: $31 \text{ mm}^2/\text{s}$, 40℃

【0064】

【表 5】

表 2 (つぎ)

	比較例5	比較例6	比較例7	比較例8	比較例9	比較例10
増ちょう剤						
ステアリン酸Li		10				
12-ヒドロキシステアリン酸Li	12		15			+
ウレアA						
ウレアB				20		
ウレアC					+	
基油						
炭酸エステル化合物A	88	90	85	80	POE	POE
添加剤						
MoDTP	1					
MoDTC		1				
ZnDTP						
バリウムスルフォネート		0.5				
亜鉛スルフォネート			0.5			
カルシウムスルフォネート						
基油粘度 (mm ² /s、40℃)	18	18	18	18	—	—
混和ちょう度 (25℃)	280	250	230	250	280	270
耐フレッチング摩耗性能	△	△	△	△	△	×
トルク性能	○	○	○	○	△	○
音響耐久性能	△	△	△	×	×	△
総合評価	不可	不可	不可	不可	不可	不可

注) 炭酸エステル化合物Aの動粘度: 18mm²/s、40℃

【0065】表2に示すように、本発明に従う各実施例では、総合評価に優れることに加え、試験項目毎にみても総じて優れた結果が得られている。これに対し、比較例5～8、並びに市販のグリースを用いた比較例9、10では、何れも、第1の添加剤、第2の添加剤を含まない、もしくは添加量が不足しているため、耐フレッチング摩耗性能及び音響耐久性が劣っている。

【0066】また、図5に、グリース中の第1の添加剤の含有量（基油と増ちょう剤の合計量を100質量%としたときの値）と、耐フレッチング性能及びトルクとの関係を示す。尚、第1の添加剤の含有量が2.5質量%のときの耐フレッチング及びトルクを1とし、その相対値で示してある。図示されるように、耐フレッチング性能については、第1の添加剤の含有量が1.1質量%以上、特に1.5質量%以上の範囲で良好な結果が得られている。トルクについても、第1の添加剤の含有量が6質量%以下、好ましくは5質量%以下とすることにより小さく抑えることができる。これらのことから、第1の添加剤の含有量を1.1～6質量%、特に1.5～5質量%とすることが好ましいこといえる。尚、図示はしないが、第2の添加剤を併用する場合は、これらの合計添加量がトルク特性に影響するため、合計量で6質量%以下とすることが好ましい。

【0067】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、低トルク性能、耐フレッチング摩耗性能、低アウトガス性能及び音響耐久性能等に総合的に優れる転がり軸受が得られ、更にはこれらの優れた諸性能を備えるスピンドルモータが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の転がり軸受の一実施形態である玉軸受を示す断面図である。

【図2】実施例で用いたモータ試験機の構成を示す断面図である。

【図3】実施例で用いたトルク測定装置の構成を示す断面図である。

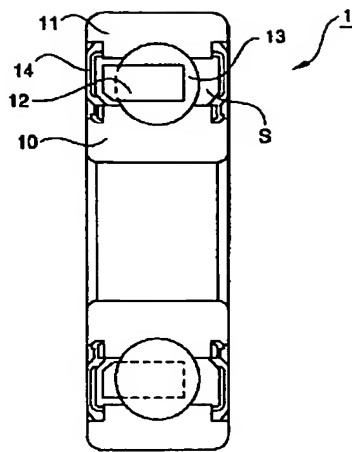
【図4】実施例で用いたフレッチング試験用装置の構成を示す断面図である。

【図5】第1の添加剤の添加量と、耐フレッチング及びトルクとの関係を示すグラフである。

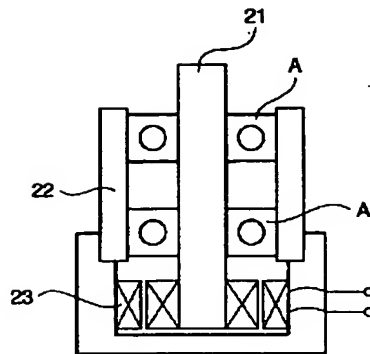
【符号の説明】

- 1 玉軸受
- 10 内輪
- 11 外輪
- 12 保持器
- 13 玉
- 14 シール部材

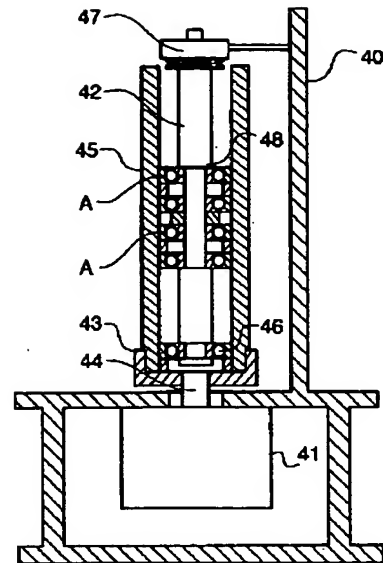
【図1】



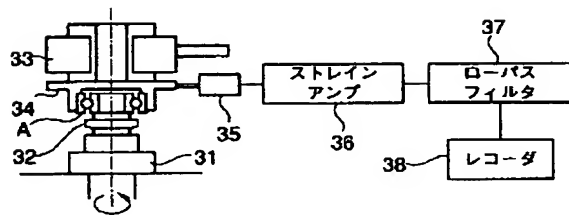
【図2】



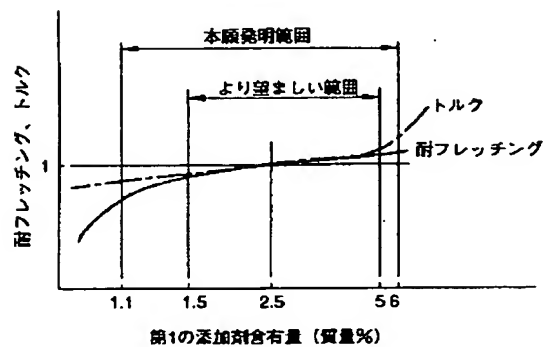
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

C 1 0 M 107/34

C 1 0 M 107/34

115/08

115/08

117/02

117/02

117/04

117/04

135/10

135/10

135/18

135/18

159/24

159/24

F 1 6 C 33/66
H 0 2 K 29/00
// C 1 0 M 137/10
C 1 0 N 10:04
10:12
20:02
50:10

F 1 6 C 33/66 Z
H 0 2 K 29/00 Z
C 1 0 M 137/10 A
C 1 0 N 10:04
10:12
20:02
50:10

(72)発明者 中 道治
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番50号
日本精工株式会社内
(72)発明者 杉森 庸一郎
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番50号
日本精工株式会社内
(72)発明者 工藤 丈洋
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番50号
日本精工株式会社内

(72)発明者 山田 裕普
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番50号
日本精工株式会社内
F ターム(参考) 3J101 AA02 AA32 AA42 AA52 AA62
EA64 FA01 GA53
4H104 BB16B BB17B BB19B BB33A
BB34A BB37A BE13B BG06C
BG10C BH02C BH03C BH07C
DB07C EA02A FA01 FA02
FA06 PA01 QA18
5H019 AA04 AA06 FF03